

# METHOD AND DEVICE FOR CHEMICAL VAPOR PHASE GROWTH OF TANTALUM OXIDE FILM

Patent number: JP2250970  
Publication date: 1990-10-08  
Inventor: KAMIYAMA SATOSHI; others: 01  
Applicant: NEC CORP  
Classification:  
- international: C23C16/40; H01L21/31; H01L27/04  
- european:  
Application number: JP19890071206 19890322  
Priority number(s):

Also published as:

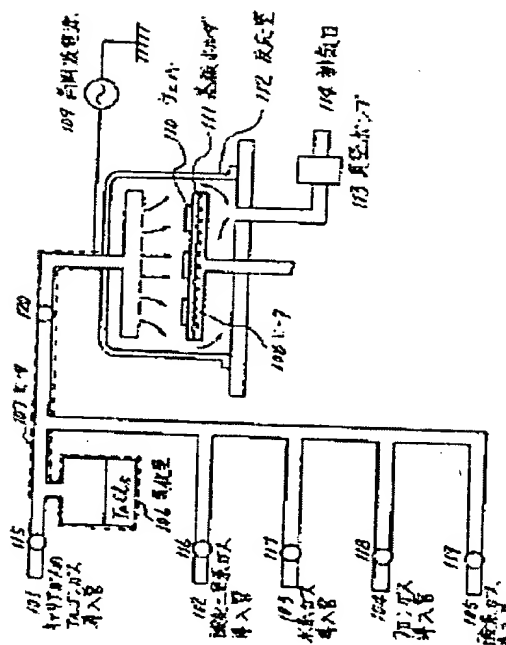
EP0388957 (A2)  
EP0388957 (A3)

[View INPADOC patent family](#)

## Abstract of JP2250970

**PURPOSE:** To grow a dense tantalum oxide film in which impurities, pinholes and a leakage current are reduced by using gaseous TaCl<sub>5</sub> and gaseous N<sub>2</sub>O as the raw gaseous materials and causing a plasma chemical reaction.

**CONSTITUTION:** Gaseous TaCl<sub>5</sub> is introduced into a reaction chamber 112 from a vaporization chamber 106, and N<sub>2</sub>O is introduced into the reaction chamber 112 through a valve 116. A high frequency power source 109 is turned on, and a plasma chemical reaction is caused between the introduced TaCl<sub>5</sub> and N<sub>2</sub>O to form a tantalum oxide film on the surface of a silicon substrate of a wafer 110. The quality of the film can be improved by introducing H<sub>2</sub> when the film is formed. The inside of the reaction chamber 112 is cleansed by the plasma chemical reaction using a gaseous fluorine-based halogen compd., and the quality, thickness, etc., of the tantalum oxide film are secured with good reproducibility.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-250970

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

C 23 C 16/40  
H 01 L 21/31  
27/04

識別記号

庁内整理番号

C  
C

8722-4K  
6810-5F  
7514-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)10月8日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全5頁)

⑮ 発明の名称 酸化タンタル膜の化学気相成長法および化学気相成長装置

⑯ 特 願 平1-71206

⑰ 出 願 平1(1989)3月22日

⑱ 発 明 者 神 山 聡 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 発 明 者 善 家 昌 伸 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

酸化タンタル膜の化学気相成長法および化学気相成長装置

2. 特許請求の範囲

(1) 塩化タンタル(TaCl<sub>5</sub>)ガスと酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)ガスとを用いてプラズマ化学反応により酸化タンタルを成膜することを特徴とする酸化タンタル膜の化学気相成長法

(2) 塩化タンタル(TaCl<sub>5</sub>)ガスと酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)ガスと水素ガスとを用いてプラズマ化学反応により酸化タンタル膜を成膜することを特徴とする酸化タンタル膜の化学気相成長法

(3) 反応室内に塩化タンタル(TaCl<sub>5</sub>)材料ガスと酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)ガスとを導入し、酸化タンタル膜を形成する化学気相成長装置において、グロー放電によるプラズマ化学反応機構

を有することを特徴とする酸化タンタル膜の化学気相成長装置

(4) 塩化タンタル(TaCl<sub>5</sub>)材料ガスと酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)ガスとを導入し、プラズマ化学反応を用いて酸化タンタル膜を形成する請求項3記載の化学気相成長装置において、さらに水素(H<sub>2</sub>)ガス導入機構を有することを特徴とする酸化タンタル膜の化学気相成長装置

(5) 塩化タンタル(TaCl<sub>5</sub>)材料ガスと酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)ガスとを導入し、プラズマ化学反応を用いて酸化タンタル膜を形成する請求項3又は4記載の化学気相成長装置において、フッ素系ハロゲン化合物ガスを用いたプラズマ化学反応による反応室内の洗浄機能を有することを特徴とする酸化タンタル膜の化学気相成長装置

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明はプラズマ化学反応により酸化タンタル

を起こすため、水素 ( $H_2$ ) を用いない場合と比べて酸化タンタル膜中に含まれる塩素 ( $Cl$ ) などの不純物を少なくできるためである。

成長条件として、ヒータ 107 による塩化タンタルガス配管の加熱温度は  $50 \sim 200^\circ C$ 、ヒータ 108 による反応室内の成長温度は  $100 \sim 600^\circ C$ 、酸化二窒素流量は  $0.1 \sim 5.0$  SLM、キャリアガスであるアルゴンガスの流量は  $1.0 \sim 20.0$  sccm、圧力は  $0.1 \sim 10.0$  Torr、また水素 ( $H_2$ ) ガス流量は  $0.1 \sim 3.0$  SLM、さらにプラズマ化学反応を生じさせる高周波電源の条件として周波数  $50\text{ kHz} \sim 13.56\text{ MHz}$ 、パワー  $30 \sim 500\text{ W}$  で行うのが適しているが他の条件でも本発明の効果はある。

また材料ガスとしてフッ化タンタル ( $TaF_5$ ) ガスなどのタンタル材料ガスおよび酸素 ( $O_2$ )、酸化窒素 ( $NO$ )、一酸化炭素 ( $CO$ ) や二酸化炭素 ( $CO_2$ ) などを用いても本発明には有効である。

また、フロン ( $CF_4$ ) ガスなどフッ素系ハロゲ

リンドープした容量ポリシリコン膜 203 を堆積しパターン化した図である。次に上述した試料上へ原料として塩化タンタル ( $TaCl_5$ ) 材料ガスと酸化二窒素 ( $N_2O$ ) ガスとを用い、プラズマ化学反応により酸化タンタル膜 204 を形成したものを第 2 図 (b) に示す。ここで、酸化タンタル膜 204 の成長条件は、上述したものと同一条件で行った。

第 2 図 (c) は上記の試料にプレート電極 205 としてタングステンシリサイド膜を形成した図である。

次に、本発明に基づき作製したデバイスのリーク電流特性を第 3 図に示す。ここで、有機タンタルガスを原料として従来の熱化学気相成長法により形成した酸化タンタル膜のリーク電流特性と合わせて示す。図において、横軸は容量絶縁膜に印加した電界、縦軸は容量絶縁膜に流れるリーク電流を示す。

本発明により形成された容量絶縁膜では従来法により形成された容量絶縁膜と比較してリーク電

流が数桁以上も大幅に減少できる。この理由は以下の 2 つがある。①プラズマ化学反応を用いているため、酸化タンタル膜の形成時にタンタルイオンや酸素イオンなどにより膜表面がたたかれ、緻密な酸化タンタル膜が形成される。②有機タンタル材料ガスの代わりに、塩化タンタル ( $TaCl_5$ ) 材料ガスを用いているため、膜中に炭素などの不純物やピンホールなどが少なく、形成した酸化タンタル膜の組成がステイキオメトリに近い  $Ta_2O_5$  になっている。

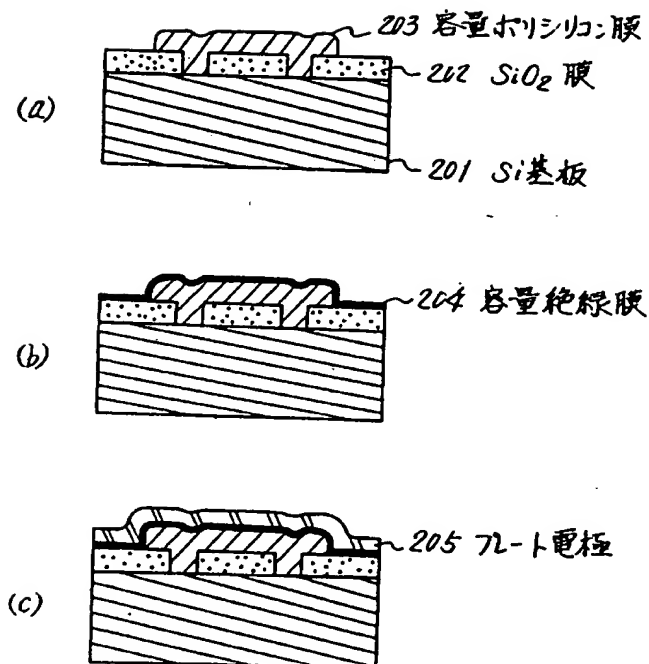
本発明に用いた容量酸化タンタル膜を容量デバイスに適用した場合の工程フローチャートを第 2 図に示す。第 2 図において、201 は Si 基板、202 は  $SiO_2$  膜、203 は容量ポリシリコン膜、204 は容量絶縁膜および 205 はプレート電極を示す。

第 2 図 (a) は Si 基板 201 上に熱  $SiO_2$  膜 202 を形成した後、コンタクトホールを開け、

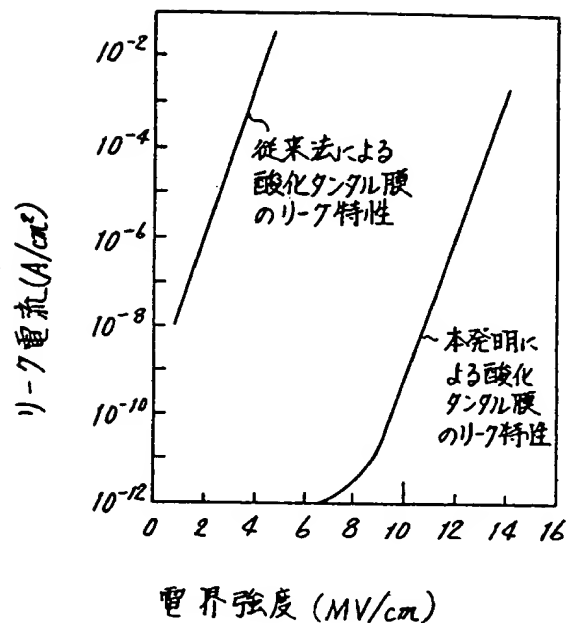
流が数桁以上も大幅に減少できる。この理由は以下の 2 つがある。①プラズマ化学反応を用いているため、酸化タンタル膜の形成時にタンタルイオンや酸素イオンなどにより膜表面がたたかれ、緻密な酸化タンタル膜が形成される。②有機タンタル材料ガスの代わりに、塩化タンタル ( $TaCl_5$ ) 材料ガスを用いているため、膜中に炭素などの不純物やピンホールなどが少なく、形成した酸化タンタル膜の組成がステイキオメトリに近い  $Ta_2O_5$  になっている。

以上、実施例では酸化タンタル膜を容量ポリシリコン膜上に形成する方法について説明したが、ポリシリコン以外に Si 基板上、他の半導体基板上、タングステンシリサイド膜などのシリサイド膜上、ポリシリコンとシリサイド膜を積層にしたポリサイド膜上、窒化チタン膜などの窒化金属膜上あるいはタングステンなどの高融点金属膜上にも本発明では有効である。

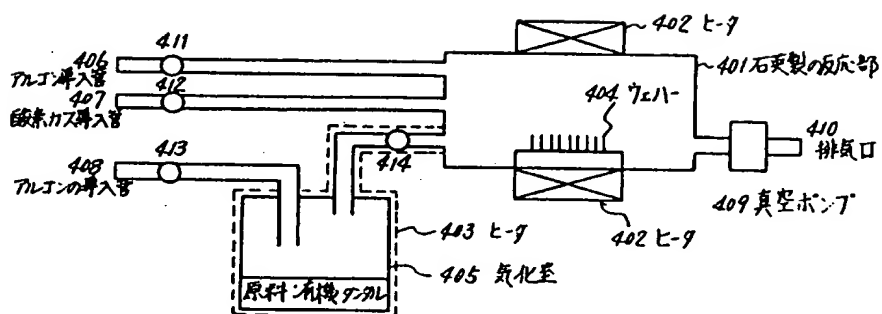
また実施例では、容量ポリシリコン膜上に酸化タンタル膜を形成する方法を説明したが、酸化膜



第 2 図



第 3 図



第 4 図